

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-288876

(P2002-288876A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002. 10. 4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 2 2

5 1 1

5 3 4

F I

G 1 1 B 7/24

テマコード(参考)

5 2 2 P 2 H 1 1 1

5 2 2 A 5 D 0 2 9

5 1 1

5 3 4 J

5 3 4 K

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-85854(P2001-85854)

(22) 出願日

平成13年3月23日(2001. 3. 23)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 黒川 光太郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 保田 宏一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

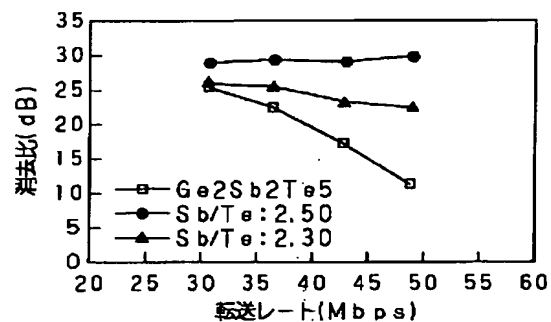
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層光ディスク

(57) 【要約】

【課題】 多層光ディスクの各情報記録部に対して、高転送レートでの安定した記録再生及び書き換えを実現する。

【解決手段】 第1情報記録部に、記録材料として、Sb及びTeを主成分とし、その原子比率が $2.3 < Sb/Te \leq 4.0$ である相変化記録材料を使用している。この相変化記録材料は、結晶化速度が早い。このため、高転送レートでの安定した記録再生及び書き換えが可能となる。



記録材料比較

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、少なくとも第 2 情報記録部と、光透過性を有する中間層と、第 1 情報記録部とが順次形成されており、上記第 1 情報記録部側からレーザ光が照射される多層光ディスクにおいて、

上記第 1 情報記録部は、少なくとも、Sb 及び Te を主成分とし、その比率が原子比率で  $2.3 < Sb/Te \leq 4.0$  を満たす相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層を有していることを特徴とする多層光ディスク。

【請求項 2】 上記レーザ光の波長が、波長 385nm 以上 450nm 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 3】 上記第 2 情報記録部は、少なくとも、Sb 及び Te を主成分とし、その比率が原子比率で  $2.3 < Sb/Te \leq 4.0$  を満たす相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層を有することを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 4】 上記相変化記録材料層には、Ge, In, Zn, Sn, Ag, Au のうち少なくとも 1 種類以上が添加されていることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 5】 上記第 1 情報記録部は、上記相変化記録材料層が光透過性を有する一対の誘電体層で挟み込まれた構造を有していることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 6】 上記一対の誘電体層のうち、少なくとも一方の誘電体層は、少なくとも ZnS-SiO<sub>2</sub> よりも高熱伝導率を有する誘電体材料を含む単一層、もしくは上記高熱伝導率を有する誘電体材料と他の透明誘電体材料との積層膜であることを特徴とする請求項 5 記載の多層光ディスク。

【請求項 7】 上記高熱伝導率を有する誘電体材料は、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN, SiC, BeO, BN のうち少なくとも 1 種類を主成分とすることを特徴とする請求項 6 記載の多層光ディスク。

【請求項 8】 全ての記録トラックに情報を記録したときの第 1 情報記録部の平均透過率 (Tavg) が、以下の式 1 を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

$$70\% \geq T_{avg} \geq 40\% \cdots \text{式 1}$$

【請求項 9】 上記相変化記録材料が結晶時の第 1 情報記録部の光吸収率 (A1c) 及び非晶質時の第 1 情報記録部の光吸収率 (A1a) が、以下の式 2 を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

$$1.7 \geq A1c/A1a \geq 0.8 \cdots \text{式 2}$$

【請求項 10】 上記相変化記録材料が結晶時の第 1 情報記録部の光反射率よりも非晶質時の第 1 情報記録部の光反射率の方が高いことを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の情報記録部を有する多層光ディスクに関するものであり、特に、上記情報記録部に、少なくとも、相変化記録材料によって形成された相変化記録層を有する多層光ディスクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 情報通信機器の発達とともに光ディスクにおいてもより多くの情報量を有する光ディスクの開発が求められている。現時点では、2 層タイプの DVD により情報量 8.5 Gbyte を有する光ディスクが実現されているが、ホームビデオの光ディスクへの置き換えやハイビジョン放送の録画などにより、多くの情報を光ディスクで記録再生することが求められている。

【0003】 再生のみの光ディスクでは、情報量 8.5 Gbyte が DVD 二層ディスクで達成されているが、記録再生可能な光ディスクでは 5.2 Gbyte までが製品レベルで達成されている。ここで、記録再生可能な光ディスクは、情報記録部を 1 層のみ有するいわゆる単層光ディスクである。

【0004】 例えば、ホームビデオを光ディスクへ置き換える場合、現行の NTSC (National Television System Committee) による放送を 4 時間録画するためには 8 Gbyte の情報量が必要になり、ハイビジョン放送を 2 時間録画するためには 24 Gbyte の情報量を必要とする。また、デジタル情報通信社会の発達に伴い、記録再生可能な光ディスクに求められる情報量は今後ますます増えていくものと思われる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、光ディスクにおいて情報の記録密度を上げて記録再生を行うために、記録再生に用いる装置側では、対物レンズの開口数 (NA) を高くすることや、レーザ波長の短波長化が行われている。記録材料として相変化記録材料が使用されている相変化型二層光ディスクに対する記録再生装置としては、これまでに、対物レンズの NA が 0.6 程度であり且つレーザ光の波長が 400nm 近辺であるもの、又は対物レンズの NA が 0.85 程度であり且つレーザ光の波長が 660nm 近辺であるものが報告されている。本願発明者等は、更なる高密度化に向けて、対物レンズの NA が 0.85 程度であり且つレーザ光の波長が 400nm 近辺である記録再生装置、及び当該記録再生装置によって記録再生がなされる相変化型二層光ディスクの開発を行っている。

【0006】 また、これまでに発表されている相変化型二層光ディスクでは、化学量論組成をベースとした、例えば Ge:Sb:Te=2:2:5 (原子比率) の相変化記録材料が用いられている。この相変化記録材料で光

ディスクを大容量化し、高転送レート化を行うためには、情報記録部への結晶化促進層の導入、及び吸収率制御と呼ばれている手法の導入が必須である。

【0007】結晶化促進層とは、相変化記録材料と接触させることで相変化記録材料の結晶化速度を高める誘電体層のことを指す。すなわち、結晶化促進層は、相変化記録材料層に接するように配置される。この結晶化促進層を形成する材料としては、溶融した相変化記録材料との濡れ性が悪い材料を使用することが望ましく、例えば、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ や $\text{GeN}$ などの誘電体材料が挙げられる。

【0008】ところで、大容量化のために、対物レンズのNAを高くすることやレーザ光を短波長化することでレーザ収束光のビームを小さくしたり、高転送レート化のために、記録時のディスク回転数を高めて記録線速を速めたりすると、レーザ収束光が情報記録部上のある一点を通過するのにかかる時間が短くなる。すなわち、相変化記録材料に情報信号に応じた非晶質記録マークを形成するときに、相変化記録材料の昇温や降温にかけることができる時間が短くなる。

【0009】非晶質記録マークを上書きするときに、形成したい非晶質記録マークと非晶質記録マークとの間には結晶化させる必要がある。このとき、バイアスパワーと呼ばれるパワーで非晶質記録マーク間をレーザ照射して加熱することで、既に存在していた非晶質記録マークを結晶化させる方法が採られるが、このとき、相変化記録材料の結晶化速度がその記録再生系に対して不十分であると、結晶化が完了しない。このため、相変化二層型光ディスクでは、相変化記録材料層を結晶化促進層と接触するように形成することによって結晶化速度を早め、高情報記録密度、高転送レート化へ対応することが必須になる。

【0010】一方、吸収率制御は、レーザ光に対する相変化記録材料が結晶時の光吸収率 $A_c$ と非晶質時の光吸収率 $A_a$ とが、 $A_c/A_a \geq 1.0$ を満たすようにする方法である。このとき、 $A_c/A_a \geq 1.2$ を満たすようにすることが更に好ましいとされる。

【0011】相変化記録材料は、結晶時と非晶質時とでは、一般に投入エネルギーに対する温度上昇の仕方が異なり、非晶質時の方が温度上昇が早い。また、既に情報が記録された情報記録部に他の情報を上書きする場合、非晶質記録マーク及びその周辺の結晶領域には同一条件で記録を行うこととなる。このため、 $A_c/A_a < 1.0$ のときには、非晶質状態の領域の到達温度が結晶状態の領域の到達温度よりも高くなる。すなわち、 $A_c/A_a < 1.0$ のときには、記録前の相変化記録材料層が結晶状態の場合と非晶質状態の場合とで、その上に形成された非晶質記録マークのでき方が異なってしまう。これは、再生信号評価に一般に用いる評価関数であるジッター値を悪化させ、再生信号特性を損ない、記録した情報

信号の再生に悪影響を与える結果となる。このような事態を避けるために、吸収率制御の技術が開発された。

【0012】しかしながら、この $\text{Ge}:\text{Sb}:\text{Te}=2:2:5$ の相変化記録材料を用い、上述した結晶化促進層の導入や、吸収率制御などの手法を極力取り入れて作製した相変化型二層光ディスクについて、対物レンズのNAが0.85であり、レーザ波長が400nm付近である記録再生系で検討を行った結果、2つの情報記録部のうち、レーザ光の入射側に形成されている第1情報記録部では、転送レートを30Mbps以上とすることが困難であることがわかった。これは、主に吸収率制御を行うことが困難なためである。

【0013】光の波長が400nm付近では、 $\text{Ge}:\text{Sb}:\text{Te}=2:2:5$ の材料系の複素屈折率は、結晶時には $(2.0-3.0i)$ 程度であり、非晶質時には

$(3.0-2.0i)$ 程度である。また、相変化型二層光ディスクでは、もう1層の情報記録部（以下、第2情報記録部とする。）の記録再生を実現するために、第1情報記録部の光透過率を40%以上とする必要がある。

このため、情報記録部が1層である光ディスクの情報記録部や、第2情報記録部で使用可能である記録材料以外の金属層を、第1情報記録部へ導入することはできない。このように、光学定数及び第1情報記録部に課せられた制約条件から、吸収率比 $A_c/A_a \geq 1.0$ を実現することは困難となり、特に好ましいとされる $A_c/A_a \geq 1.2$ を実現することは更に困難となる。すなわち、この相変化記録材料を使用して作製した相変化型二層光ディスクを高転送レート化することは困難となる。

【0014】本発明はこのような従来の実情を鑑みて考案されたものであり、各情報記録部に対する記録再生を、高転送レートで安定して行うことができる多層光ディスクを提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明に係る多層光ディスクは、基板上に、少なくとも第2情報記録部と、光透過性を有する中間層と、第1情報記録部とが順次形成されており、上記第1情報記録部側からレーザ光が照射される多層光ディスクにおいて、上記第1情報記録部は、少なくとも、Sb及びTeを主成分とし、その比率が原子比率で $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ を満たす相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層を有していることを特徴とする。

【0016】以上のように構成された本発明に係る多層光ディスクにおいては、第1情報記録部に、少なくとも、Sb及びTeを主成分とし、その比率が原子比率で $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ を満たしている相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層を有している。この相変化記録材料は、結晶化速度が早い。したがって、本発明に係る多層光ディスクは、記録再生に用いるレーザ光の波長が短く、対物レンズのNAが高いとき

にも、第1情報記録部に対する記録再生及び書き換えを、高転送レートで安定して行うことが可能となる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0018】図1に示すように、円盤状である相変化型二層光ディスク（以下、光ディスクとする。）1は、案内溝が形成された支持基板2上に、第2情報記録部3がスパッタリングなどの手法によって案内溝を有する形で形成されている。そして、第2情報記録部3上には、光透過性を有する中間層4を介して第1情報記録部5が案内溝を有する形で形成され、第1情報記録部5上には光透過保護層6が形成されている。ここで、記録再生光は、矢印Aで示すように、光透過保護層6側から光ディスク1へ入射する。

【0019】なお、本実施の形態における光ディスク1は、第1情報記録部5及び第2情報記録部3に形成された案内溝の周期が $0.6\mu\text{m}$ 、中間層4の厚さが $20\mu\text{m}$ 、光透過保護層6の厚さが $90\mu\text{m}$ とされている。また、本実施の形態で記録再生に用いたシステム側の条件は、以下の表1に示す通りである。また、情報記録は、光入射側から見て凸となる案内溝（グループ）及び凹となる案内溝（ランド）の両方を行うものとする（ランド／グループ記録）。すなわち、実質的なトラックピッチは、案内溝周期の半分となる $0.3\mu\text{m}$ である。

#### 【0020】

【表1】

レーザー波長	407nm
対物レンズNA	0.85
信号変調方式	1-7方式
情報記録線密度	0.14 $\mu\text{m}/\text{bit}$
転送レート	35Mbps

【0021】ここで、第1情報記録部5について説明する。第1情報記録部5は、Sb及びTeを主成分とし、その原子比率が $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ であり、共晶組成である相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層が形成されている。そして、図2に示すように、第1情報記録部5は、当該相変化記録材料によって形成された第1の相変化記録材料層10を中心として、光透過保護層6側に第1の誘電体層11が形成され、中間層4側に第2の誘電体層12が形成された構造を有している。

【0022】この第1の相変化記録材料層10には、以下に説明するように情報信号の記録が行われる。

【0023】第1の相変化記録材料層10は、例えばスパッタリング法によって成膜された場合、成膜直後には非晶質状態を呈している。このような非晶質状態の第1の相変化記録材料層10を、結晶化温度以上に昇温させることで結晶状態に相変化させる（初期化）。

【0024】そして、この状態で、例えば光透過保護層

6側からレーザー光を照射すると、そのレーザー光が集光された領域で結晶状態から非晶質状態への相変化が生じ、光反射率が変化する。この光反射率が変化した部分が非晶質記録ビットとなる。この非晶質記録ビットは、結晶領域との光反射率の差を利用することで検出される。

【0025】この第1の相変化記録材料層10は、Sb及びTeを主成分とし、その原子比率が $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ である材料によって形成されている。この材料によって第1の相変化記録材料層10を形成することで、光ディスク1は、後述するように30Mbps以上の高転送レートを実現することが可能となる。

【0026】このSb及びTeを主成分とし、その原子比率が $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ である相変化記録材料には、Ge、In、Zn、Sn、Ag、Auを添加することが好ましい。これらの材料を添加することにより、第1情報記録部5は、書き換え特性が維持されるとともに、非晶質記録マークの保存安定性が良好になり、室温において非晶質記録マークが消去されにくくなる。

【0027】ところで、当該相変化記録材料は結晶化速度が速い。このため、第1情報記録部5には、例えば、Ge:Sb:Te=2:2:5の組成の材料を使用して相変化記録材料層を形成したときに必要であった結晶化促進層を設ける必要性がなくなる。その反面、非晶質記録マークを形成するために、第1情報記録部5は、昇温した第1の相変化記録材料層10を速やかに冷却できる構成とされる必要性がある。

【0028】第1の相変化記録材料層10を冷却する効果を高めるためには、金属材料によって形成された金属層を、第1情報記録部5へ導入することが考えられる。しかしながら、第1情報記録部5には、第1の相変化記録材料層10以外は極力透明な誘電体材料を用いる必要がある。これは、第1情報記録部5は、第2情報記録部3への記録再生を行うために光透過率を極力高めると同時に、第1情報記録部5自身の記録再生特性を損なわないようにする必要があるためである。金属材料等を導入すると、金属材料層での光の吸収が発生し、第1情報記録部5としての光透過性が減少してしまう。すなわち、第1情報記録部5には、第1の相変化記録材料層10以外に光吸収能を有する材料を用いることは望ましくない。光吸収能を有する材料を用いるとしても、例えばAg層で5nm以下の膜厚とする必要がある。

【0029】記録材料として相変化記録材料を用いた光ディスクでは、誘電体材料としてZnS-SiO<sub>2</sub>が広く用いられている。これは、ZnS-SiO<sub>2</sub>が、スパッタリングにおける成膜レートが他の誘電体材料と比較して高いことや、薄膜化したときに外部から力が加わったときにも壊れにくいことなどの利点を有するためである。

【0030】また、第1の相変化記録材料層10を冷却する観点からは、第1の誘電体層11及び第2の誘電体

層 12 に、第 1 の相変化記録材料層 10 を速やかに冷却することが可能な熱伝導率を有する誘電体材料、すなわち、高熱伝導率を有する誘電体材料を用いることが好ましい。高熱伝導率を有する材料としては、例えば、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{BeO}$ 、 $\text{BN}$ などが挙げられる。以下の表 2 に、 $\text{ZnS-SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$  の熱伝導率の参考値を示す。なお、この熱伝導率はバルクでの値を示しており、製造方法によって以下に示す熱伝導率の範囲をとる。

【0031】

【表 2】

材料名	熱伝導率参考値(W/m/k)
$\text{ZnS-SiO}_2$	0.6
$\text{Si}_3\text{N}_4$	20~130
$\text{AlN}$	90~200

【0032】第 1 の誘電体層 11 及び第 2 の誘電体層 12 を、高熱伝導率を有する誘電体材料によって形成することで、第 1 の相変化記録材料層 10 を速やかに冷却することができる。そして、第 1 情報記録部 5 に対する記録再生及び書き換えを、高転送レートで安定して行うことが可能となる。

【0033】第 1 の誘電体層 11 及び第 2 の誘電体層 12 は、このうちの少なくとも一方が、 $\text{ZnS-SiO}_2$  よりも高い熱伝導率を有する  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$  などによる単一層であるか、この高い熱伝導率を有する材料と他の透明誘電体材料とが積層された構造とされることが好ましい。また、両方が上述したような高い熱伝導率を有する透明材料層とされることが最も好ましい。

【0034】ここで、第 1 の誘電体層 11 及び第 2 の誘電体層 12 の層構成の例としては、図 3 乃至図 5 に示すような例が挙げられる。なお、第 1 の誘電体層 11 及び第 2 の誘電体層 12 の層構成の例は、図 3 乃至図 5 に示す例に限定されるものではない。また、第 1 情報記録部 5 で使用可能な誘電体材料の光学定数と、 $S_b$  及び  $T_e$  の共晶組成付近におけるレーザ波長 407nm に対する光学定数とを、表 3 に示す。

【0035】

【表 3】

材料名	光学定数参考値(410nm)	
$\text{ZnS-SiO}_2$		2.32
$\text{Si}_3\text{N}_4$		2.05
$\text{AlN}$		2.05
$M_x(\text{Sb}_y\text{Te}_{1-y})_{1-x}$	結晶	1.5-3.3i
	非結晶	3.0-3.1i

【0036】第 1 情報記録部 5 において、相変化記録材料が非晶質時の光透過率 ( $T_{1a}$ ) と結晶時の光透過率 ( $T_{1c}$ ) との平均光透過率 ( $T_{avg}$ ) の範囲は、以

$$30\% \times (\text{第 1 情報記録部 5 の平均光透過率の下限})^2 = 5\% \cdots \text{式 4}$$

この式 4 より、(第 1 情報記録部 5 の平均光透過率の下  
限) = 40% となる。すなわち、 $40\% \leq T_{avg}$  とな

下の式 3 に示す関係となることが好ましい。

【0037】 $70\% \geq T_{avg} \geq 40\% \cdots \text{式 3}$

ここで、 $T_{avg}$  は、光ディスクの情報記録方式のうち、グループとランドの両方に記録を行う方式の場合には、 $T_{avg} = (T_{1c} + T_{1a}) / 2$  であり、グループ又はランドの一方にのみ記録を行う場合には、 $T_{avg} = (3T_{1c} + T_{1a}) / 4$  である。

【0038】平均光透過率範囲の上限は、第 1 の相変化記録材料層 10 の厚さより決まる。第 1 情報記録部 5

10 は、第 2 情報記録部 3 に対する記録再生を可能とするために、高い光透過率を有することが求められる。第 1 情報記録部 5 の光透過率を高くするためには、第 1 の相変化記録材料層 10 の厚さを薄くすれば良い。しかしながら、第 1 の相変化記録材料層 10 の厚さを 5nm 以下とすると、相変化記録材料が点在した状態となり、層を構成しなくなる。このため、第 1 の相変化記録材料層 10 の厚さは 5nm 以上とすることがある。このとき、 $T_{avg} \leq 70\%$  となることが知られている。

【0039】また、平均光透過率範囲の下限は、第 1 情報記録部 5 と第 2 情報記録部 3 との記録再生装置側から見た光反射率、記録パワー、再生パワーが同程度である必要性から見出される。第 1 情報記録部 5 の光透過率を下げていくと、第 2 情報記録部 3 からの反射光量は、第 1 情報記録部 5 の光透過率の 2 乗に比例して低下する。ここで、第 1 情報記録部 5 及び第 2 情報記録部 3 それぞれからの反射光量のバランスを取るためには、第 1 情報記録部 5 の光反射率を下げる必要がある。しかし、第 1 情報記録部 5 の光反射率を下げすぎると、記録再生装置側では反射光からの情報検出能力が落ち、また、フォーカスサーボ能力やトラッキングサーボ能力も低下する。このとき、情報再生時に光ディスク 1 への入射光量を増加させて、反射光量を増加することは困難である。これは、情報再生時に入射光量を高めすぎると、非晶質記録マークが温度上昇して結晶化が進んで消失するため、すなわち、記録された情報信号が消失するためである。以上説明した理由により、第 1 情報記録部 5 の光反射率は、相変化記録材料が結晶時の光反射率 ( $R_{1c}$ ) と非結晶時の光反射率 ( $R_{1a}$ ) との平均で、5% 程度が下限であることが判明している。一方、第 2 情報記録部 3 において、第 2 情報記録部 3 単独では、光反射率は、相変化記録材料が結晶時の光反射率 ( $R_{2c}$ ) と非結晶時の光反射率 ( $R_{2a}$ ) との平均で、最大 30% 程度をとることが可能である。したがって、第 1 情報記録部 5 の平均光透過率の下限は、以下に示す式 4 から決定される。

【0040】

【0041】ここで、第 1 情報記録部 5 及び第 2 情報記

録部3の膜構成例について、図6乃至図8に示す。図6は、高い光透過率を有する第1情報記録部5の膜構成を示している。この膜構成のときには $T_{avg} = 65.1\%$ 、 $(R1a + R1c) / 2 = 6.5\%$ となる。また、図7は、低い光透過率を有する第1情報記録部5の膜構成を示している。この膜構成のときには $T_{avg} = 40\%$ 、 $(R1a + R1c) / 2 = 5\%$ となる。更に、図8は、高い光反射率を有する第2情報記録部3の膜構成を示している。この膜構成のときには $(R2a + R2c) / 2 = 29.5\%$ となる。

【0042】一方、第1情報記録部5において、相変化記録材料が非晶質時の光吸収率( $A1a$ )と結晶時の光吸収率( $A1c$ )とは、以下の式5に示す関係となることが好ましい。

【0043】

1.  $7 \geq A1c / A1a \geq 0.8$ ・・・式5

第1の相変化記録材料層10に非晶質記録マークを形成するときには、レーザ光を第1の相変化記録材料層10に照射し、温度を上昇させて材料を溶融する。ここで、レーザ光照射をやめて溶融した相変化記録材料の冷却過程に入ると、再結晶が溶融領域の周辺部から始まり溶融領域中心部へ進行する。溶融領域の中心部は周辺部と比較して冷却速度が早いため、冷却過程が終了した後は非晶質記録マークが形成される。

【0044】このとき、第1の相変化記録材料層10の光吸収量が多いときには、溶融したときの到達温度が高くなり、図9に示すように、溶融領域が広がるが再結晶領域Aも広がる。また、第1の相変化記録材料層10の光吸収量が少ないときには、溶融したときの到達温度が低くなり、図10に示すように、溶融領域が狭くなるが再結晶領域Aも狭くなる。両方の場合の非晶質記録マークの領域は、最終的にレーザ光照射を制御することで同程度にすることができる。

【0045】なお、ここで溶融領域とは、図9及び図10に示す溶融境界線15の内部全体を指す。また、図9及び図10に示すように、再結晶領域Aの内部には非晶質記録マークBが形成される。

【0046】 $A1c / A1a < 1$ のとき、結晶領域よりも非晶質記録マークの方が光吸収率が高く且つ温度上昇が容易となる。すなわち、非晶質記録マーク上に書き換えを行うときには、図9に示すような溶融領域が広く且つ再結晶領域も広い状態となり、また、結晶領域上に書き換えを行うときには、図10に示すような溶融領域が狭く且つ再結晶領域も狭い状態となる。 $Ge : Sb : Te = 2 : 2 : 5$ の組成の材料を使用して相変化記録材料層を形成したときには、 $A1c / A1a \geq 1$ である必要があった。しかしながら、 $Sb$ 及び $Te$ を主成分とし、その原子比率が $2.3 < Sb / Te \leq 4.0$ である材料は、結晶化速度が速いために、 $Ge : Sb : Te = 2 : 2 : 5$ の組成の材料よりも光吸収率の影響が小さく、A

$1c / A1a < 1$ であっても良い。

【0047】 $A1c / A1a < 0.8$ のときには、書き換えが困難となる。これは、予め情報信号が記録された第1情報記録部5上に書きをする場合、非晶質記録マークは温度上昇が進み十分に溶融できるが、結晶領域は光吸収率が低いために温度上昇が進まずに溶融が不十分となり、非晶質記録マークを形成できなくなる。したがって、 $A1c / A1a \geq 0.8$ となる。

【0048】また、 $A1c / A1a > 1.7$ のときにも書き換えが困難となる。これは、上述した $A1c / A1a < 0.8$ のときと反対の理由による。すなわち、予め情報信号が記録されたところに書きをする場合、結晶領域は温度上昇が進み十分に溶融できるが、非晶質記録マークは光吸収率が低いために温度上昇が進まずに溶融が不十分となり、非晶質記録マークを形成できなくなる。したがって、 $A1c / A1a \leq 1.7$ となる。

【0049】また、第1情報記録部5は、相変化記録材料が結晶時の光反射率よりも非晶質時の光反射率方が高くなる、いわゆるLow-to-Highタイプとすることが好ましい。第1情報記録部5をLow-to-Highタイプとすることにより、 $A1c / A1a \geq 0.8$ を実現することが可能になる。第1情報記録部5に入射した光エネルギーの反射、吸収、透過に用いられるエネルギー配分は、図11及び図12に示す通りとなる。図11及び図12より、吸収率は非晶質時の方が結晶時よりも高くなるが、High-to-Low時よりその差を小さくできることは明らかである。シミュレーション結果から、High-to-Lowタイプでは $A1c / A1a \geq 0.8$ を実現することは困難であり、Low-to-Highタイプとすることで実現することが可能となることが判明した。

【0050】ここで、第2情報記録部3について説明する。第2情報記録部3には、第1情報記録部5と同様に、 $Sb$ 及び $Te$ を主成分とし、その原子比率が $2.3 < Sb / Te \leq 4.0$ である相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層を有することが好ましい。

【0051】第2情報記録部3の構成例としては、図13に示す構成が挙げられる。図13は、反射層20上に、第2の相変化記録材料層21を中心として、支持基板2側に第3の誘電体層22が形成され、中間層4側に第4の誘電体層23が形成されている例を示している。

【0052】なお、第2情報記録部3の構成は、図13に示す構成例に限定されるものではない。また、反射層20、第3の誘電体層22、第4の誘電体層23は、従来公知の材料によって形成することができる。

【0053】この第2の相変化記録材料層21は、 $Sb$ 及び $Te$ を主成分とし、その原子比率が $2.3 < Sb / Te \leq 4.0$ である材料によって形成されている。この材料を使用して第2の相変化記録材料層21を形成することによって、光ディスク1は、30Mbps以上の転

送レートを実現することが可能となる。

【0054】なお、光ディスク1における支持基板2、中間層4、光透過保護層6は、従来公知の材料によって形成することができる。

【0055】ここで、相変化記録材料層を、Sb及びTeを主成分とした材料によって形成したときの転送レートと消去比との関係を図14に示す。ここでは、支持基板上に、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{ZnS-SiO}_2$ 、相変化記録材料層（Sb及びTeが主成分でGeが少量添加されている材料）、 $\text{ZnS-SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ が順次積層され、この上に光透過保護層が形成された光ディスクを用いて、転送レートと消去比との関係を測定した。図14

レーザ波長	407nm
対物レンズNA	0.85
信号変調方式	1-7方式
情報記録線密度	0.13 $\mu\text{m}/\text{bit}$
データ利用効率	80%
記録パワー及びWrite Strategy	転送レート毎に最適条件を用いた

【0058】図14に示すように、 $\text{Sb}/\text{Te}=2.5$ である材料によって相変化記録材料層が形成されているときには、転送レートが30Mbps以上のときにも消去比を26dB以上とすることが可能となり、情報信号の書き換えを十分に行うことができる。

【0059】しかしながら、 $\text{Sb}/\text{Te}=2.3$ である材料によって相変化記録材料層が形成されているときには、転送レートが30Mbps以上のときの消去比が26dB未満となり、情報信号の書き換えが不十分となる。これは、 $\text{Sb}/\text{Te} \leq 2.3$ となると、共晶組成ではなくなるためと考えられる。したがって、第1の相変化記録材料層10は、 $\text{Sb}/\text{Te} > 2.3$ である材料によって形成される必要がある。

【0060】また、 $\text{Sb}/\text{Te} > 4.0$ であるときには、Sbの割合が増加するために、第1の相変化記録材料層10は結晶化しやすくなり、室温においても結晶化しやすくなる。すなわち、 $\text{Sb}/\text{Te} > 4.0$ であるときには、非晶質記録マークが室温で消え易くなる。したがって、第1の相変化記録材料層10は、 $\text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ である材料によって形成される必要がある。

【0061】なお、 $\text{Sb}/\text{Te}=2.5$ である材料に対してGeの代わりにIn, Zn, Sn, Ag, Auを添

レーザ波長	407nm
信号変調方式	1-7変調方式 NRZI
データ利用効率	80%
対物レンズNA	0.85
情報記録線密度	0.184 $\mu\text{m}/\text{bit}$ 0.13 $\mu\text{m}/\text{bit}$
記録パワー及びWrite Strategy	転送レート、NA毎に最適条件を用いた

【0065】図15に示すように、 $\text{Ge}:\text{Sb}:\text{Te}=2:2:5$ である材料によって相変化記録材料層が形成されているときには、対物レンズの開口数に拘わらず、転送レートが30Mbps以上のときの消去比が26dB未満となり、情報信号の書き換えが不十分となる。

【0066】したがって、相変化記録材料層が、Sb及

では、横軸が転送レートを表しており、縦軸が消去比を表している。なお、このときの光学特性は以下の表4に示す通りであり、測定条件は以下の表5に示す通りである。

【0056】

【表4】

結晶反射率	3%
非晶質反射率	10%
結晶透過率	59%
非晶質透過率	42%

【0057】

【表5】

加して相変化記録材料層を形成したときにも、転送レートを30Mbps以上とするとともに、消去比を26dB以上とすることが可能となり、情報信号の書き換えを十分に行うことが可能となる。

【0062】一方、相変化記録材料層を、 $\text{Ge}:\text{Sb}:\text{Te}=2:2:5$ の組成の材料によって形成したときの転送レートと消去比との関係を図15に示す。ここでは、支持基板上に、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{ZnS-SiO}_2$ 、 $\text{GeSbTe}$ 、 $\text{ZnS-SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ が順次積層され、この上に光透過保護層が形成された光ディスクを用いて、転送レートと消去比との関係を測定した。図15では、横軸が転送レートを表しており、縦軸が消去比を表している。なお、このときの光学特性は以下の表6に示す通りであり、測定条件は表7に示す通りである。

【0063】

【表6】

結晶反射率	10%
非晶質反射率	3%
結晶透過率	49%
非晶質透過率	50%

【0064】

【表7】

びTeを主成分とし、その原子比率が $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$ であり、共晶組成である材料によって形成されることにより、30Mbps以上の高転送レートでも、相変化記録材料層への記録再生及び書き換えを安定して行うことができるようになる。

【0067】以上説明したように、本発明を適用した光

ディスク 1 は、相変化記録材料層が、Sb 及び Te を主成分とし、その原子比率が  $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$  である相変化記録材料によって形成される。当該相変化記録材料は、結晶化速度が早い。したがって、記録再生に用いるレーザ光の波長が短く、対物レンズの NA が高いときにも、高転送レートで情報記録部に対する記録再生及び書き換えを安定して行うことが可能となる。

【0068】例えば、レーザ光の波長を  $385\text{nm} \sim 450\text{nm}$ 、対物レンズの NA を  $0.85$ 、転送レートを  $30\text{Mbps}$  以上としたときにも安定した記録再生を行うことが可能となり、1枚の光ディスクで扱える情報量を  $35\text{Gbyte}$  以上とすることが可能になる。

【0069】

【発明の効果】本発明に係る多層光ディスクは、情報記録部に、少なくとも、Sb 及び Te を主成分とし、その比率が原子比率で  $2.3 < \text{Sb}/\text{Te} \leq 4.0$  である相変化記録材料によって形成された相変化記録材料層を有している。当該相変化記録材料は、結晶化速度が早い。したがって、記録再生に用いるレーザ光の波長が短く、対物レンズの開口数が高いときにも、高転送レートで情報記録部に対する記録再生及び書き換えを安定して行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

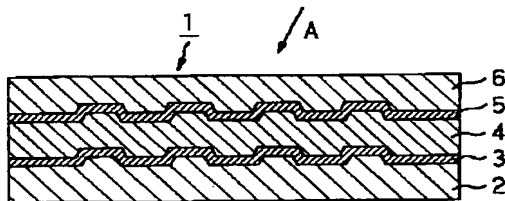
【図 1】本発明を適用した光ディスクの基本構成を示す断面図である。

【図 2】第 1 情報記録部周辺の層構成を示す断面図である。

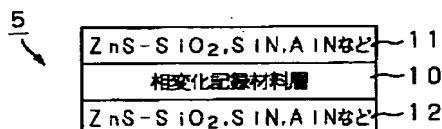
【図 3】第 1 情報記録部の層構成の一例を示す模式図である。

【図 4】第 1 情報記録部の層構成の他の例を示す模式図である。

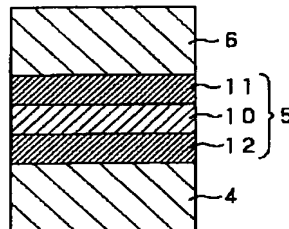
【図 1】



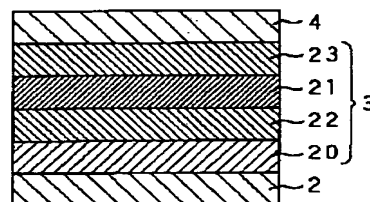
【図 3】



【図 2】



【図 13】



【図 5】第 1 情報記録部の層構成の更に他の例を示す模式図である。

【図 6】第 1 情報記録部の層構成の一例を示しており、光透過率が高い層構成の例を示す模式図である。

【図 7】第 1 情報記録部の層構成の一例を示しており、光透過率が低い層構成の例を示す模式図である。

【図 8】第 2 情報記録部の層構成の一例を示しており、光反射率が高い層構成の例を示す模式図である。

【図 9】相変化記録材料の光吸収率が高く、熔融領域が広い状態を示す模式図である。

【図 10】相変化記録材料の光吸収率が低く、熔融領域が狭い状態を示す模式図である。

【図 11】Low-to-Highタイプの光エネルギー配分を示す模式図である。

【図 12】High-to-Lowタイプの光エネルギー配分を示す模式図である。

【図 13】第 2 情報記録部の層構成の他の例を示す断面図である。

【図 14】相変化記録材料層を材料を変えて形成したときの、転送レートと消去比との関係を示す図である。

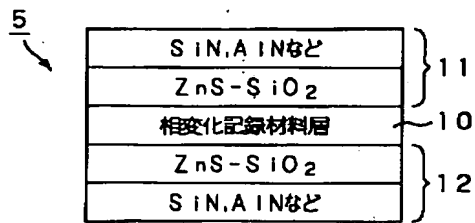
【図 15】Ge:Te:Sb=2:2:5の材料を使用して相変化記録材料層を形成したときの、対物レンズ NA 毎の転送レートと消去比との関係を示す図である。

【符号の説明】

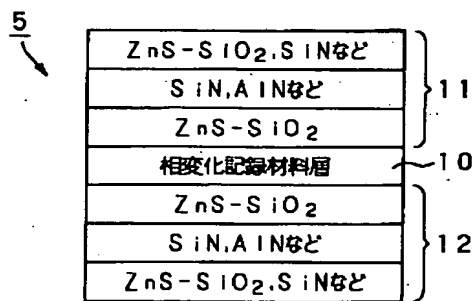
1 光ディスク、2 支持基板、3 第 2 情報記録部、4 中間層、5 第 1 情報記録部、6 光透過保護層、10 第 1 の相変化記録材料層、11 第 1 の誘電体層、12 第 2 の誘電体層、15 熔融境界線、20 反射層、21 第 2 の相変化記録材料層、22 第 3 の誘電体層、23 第 4 の誘電体層



【図4】



【図5】



【図6】

光透過保護層	
SiN	125nm
ZnS-SiO <sub>2</sub>	5nm
記録材料	5nm
ZnS-SiO <sub>2</sub>	5nm
SiN	130nm
中間層	

記録層状態	反射率	透過率
結晶	4%	73%
非晶質	9%	58%

【図7】

光透過保護層	
SiN	22nm
ZnS-SiO <sub>2</sub>	4nm
記録材料	10nm
ZnS-SiO <sub>2</sub>	18nm
SiN	84nm
中間層	

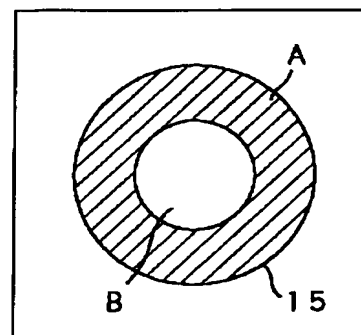
記録層状態	反射率	透過率
結晶	3%	47%
非晶質	7%	33%

【図9】

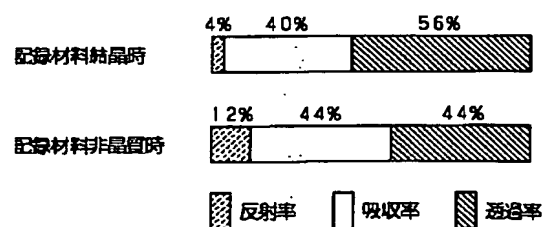
【図8】

中間層	
ZnS-SiO <sub>2</sub>	68nm
記録材料	16nm
ZnS-SiO <sub>2</sub>	45nm
Ag	100nm
基板	

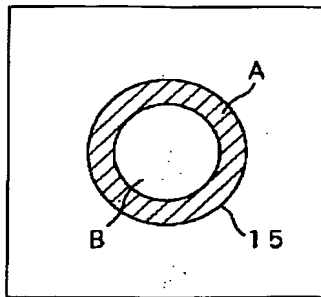
記録層状態	反射率
結晶	17%
非晶質	42%



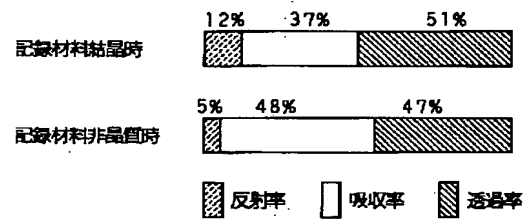
【図11】



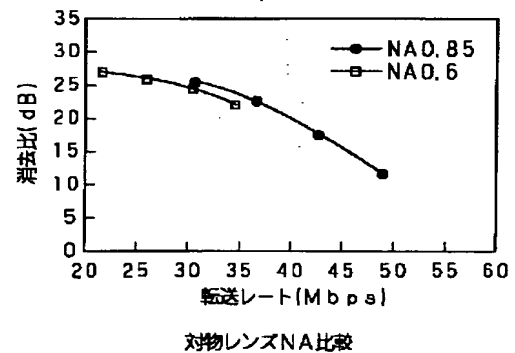
【図10】



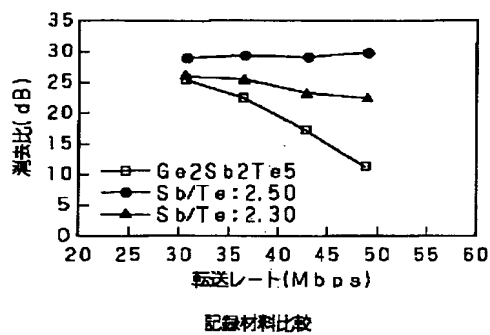
【図12】



【図15】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

G 1 1 B 7/24

G 1 1 B 7/24

5 3 4 M

5 3 5

5 3 4 N

5 3 5 D

5 3 5 H

B 4 1 M 5/26

B 4 1 M 5/26

X

Fターム(参考) 2H111 EA04 EA12 EA23 EA31 EA36  
 EA48 FA02 FA11 FA21 FA25  
 FA28 FB05 FB06 FB09 FB12  
 FB17 FB19 FB21 FB30  
 5D029 JA01 JB13 JC02 JC03 JC04  
 LA13 LA14 LA15 LA16 LB11